



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10062525 A**(43) Date of publication of application: **06.03.98**

(51) Int. Cl.

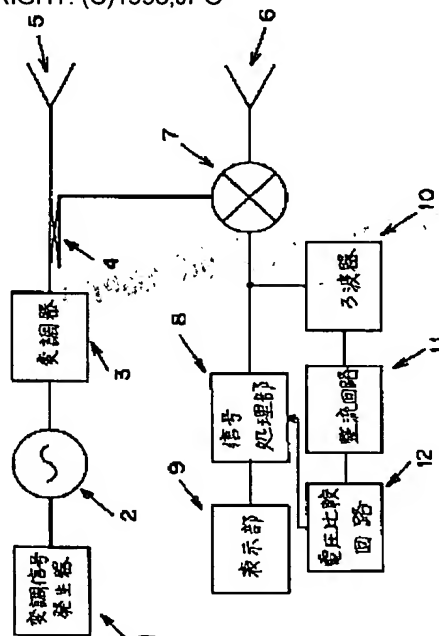
G01S 13/34
G01S 7/40
(21) Application number: **08216216**(22) Date of filing: **16.08.96**(71) Applicant: **FUJITSU LTD FUJITSU TEN LTD**(72) Inventor: **SAITO TAMIO**
ISAJI OSAMU(54) **TROUBLE DISTINGUISHING APPARATUS FOR RADAR APPARATUS**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an economical FM-CW radar apparatus whose abnormal operation and function deterioration following property deterioration of a high frequency circuit can be detected.

SOLUTION: In a voltage-controlled oscillator 2, a high frequency signal is frequency-modulated by a modulated signal from a modulated signal generator 1 and transmitted out of a transmission antenna 5. A reflected signal from an aiming object is received by a reception antenna 6 and then frequency-converted by a local oscillation signal from a directional coupler 4 in a frequency converter 7 and the distance and velocity information is detected by a signal processing part 8. A modulator 3 carries out modulation for detecting troubles. Detecting circuits 10-12 detect modulation components attributed to the modulator 3. The signal processing part 8 judges the troubles based on the detected modulation components.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-62525

(43)公開日 平成10年(1998)3月6日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 1 S 13/34
7/40

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 S 13/34
7/40

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平8-216216

(22)出願日 平成8年(1996)8月16日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(71)出願人 000237592

富士通テン株式会社

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

(72)発明者 齊藤 民雄

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 伊佐治 修

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号
富士通テン株式会社内

(74)代理人 弁理士 大曾 義之 (外1名)

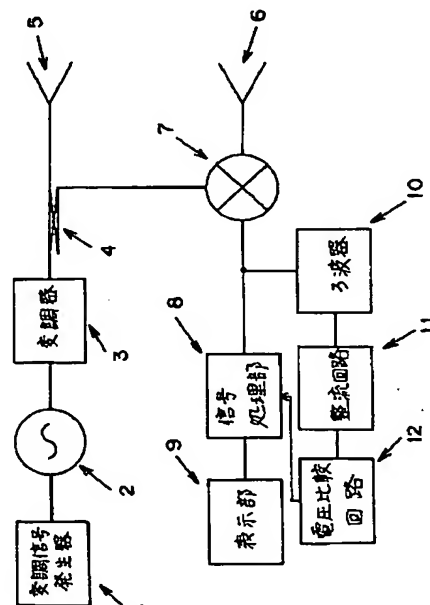
(54)【発明の名称】 レーダ装置の故障判別装置

(57)【要約】

【課題】 高周波回路の特性劣化に伴う動作異常や性能低下を検出可能な安価でFM-CWレーダ装置を提供することにある。

【解決手段】 2において高周波信号が変調信号発生器1からの変調信号によって周波数変調されて送信アンテナ5から送信され、目標物体からの反射信号は受信アンテナ6で受信された後、周波数変換器7において方向性結合器4からの局部発振信号によって周波数変換され、信号処理部8によって距離・速度情報が検出される。変調器3は、故障検出用の変調をかける。10~12の検出回路は上記変調器に起因する変調成分を検出する。信号処理部8は、その検出された変調成分に基づいて故障判定を行う。

本発明の第1の態様の原理ブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高周波信号を変調信号によって周波数変調して送信し、目標物体からの反射信号を受信し、送信信号の一部を分岐して得た信号を受信機の局部発振信号として、前記受信された反射信号を周波数変換するレーダ装置において、
受信系回路に入力される局部発振信号を変調する変調器と、

該変調器に起因する変調成分を検出する検出回路と、
該検出回路によって検出された変調成分に基づいて故障判定を行う故障判定回路と、
を含むことを特徴とするレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 2】 高周波信号を変調信号によって周波数変調して送信し、目標物体からの反射信号を受信し、送信信号の一部を分岐して得た信号を受信機の局部発振信号として、前記受信された反射信号を周波数変換するレーダ装置において、
前記分岐される前の送信信号を更に変調する変調器と、
前記周波数変換された後の信号から前記変調器に起因する変調成分を検出する検出回路と、
該検出回路によって検出された変調成分に基づいて故障判定を行う故障判定回路と、
を含むことを特徴とするレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 3】 前記分岐された後の送信信号の出力を停止又は抑制する送信信号出力制限回路を更に含む、
ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 4】 前記送信信号出力制限回路は、前記送信信号を増幅する送信信号増幅器の利得を低下させることにより前記送信信号の出力を抑制する、
ことを特徴とする請求項 3 に記載のレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 5】 前記送信信号出力制限回路は、前記送信信号の出力を選択的にオン又はオフさせるスイッチング回路である、
ことを特徴とする請求項 3 に記載のレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 6】 前記周波数変換される反射信号の入力を停止又は抑制する受信信号入力制限回路を更に含む、
ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 7】 前記受信信号入力制限回路は、前記受信信号を増幅する受信信号増幅器の利得を低下させることにより前記受信信号の入力を抑制する、
ことを特徴とする請求項 6 に記載のレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 8】 前記受信信号入力制限回路は、前記受信信号の入力を選択的にオン又はオフさせるスイッチング回路である、
ことを特徴とする請求項 6 に記載のレーダ装置の故障判

別装置。

【請求項 9】 高周波信号を変調信号によって周波数変調して送信し、目標物体からの反射信号を受信し、送信信号の一部を分岐して得た信号を受信機の局部発振信号として、前記受信された反射信号を周波数変換するレーダ装置において、
前記分岐された後の局部発振信号を変調する局部発振信号変調器と、

前記周波数変調された後の信号から前記局部発振信号変調器に起因する変調成分を検出する検出回路と、
該検出回路によって検出された変調成分に基づいて故障判定を行う故障判定回路と、
を含むことを特徴とするレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 10】 高周波信号を変調信号によって周波数変調して送信し、目標物体からの反射信号を受信し、送信信号の一部を分岐して得た信号を受信機の局部発振信号として、前記受信された反射信号を周波数変換するレーダ装置において、
前記局部発振信号とは別に、前記分岐された後の送信信号を更に分岐させて前記受信された反射信号に合成させる帰還ループ回路と、
該帰還ループ回路上の帰還信号を変調する帰還信号変調器と、
前記周波数変調された後の信号から前記帰還信号変調器に起因する変調成分を検出する検出回路と、
該検出回路によって検出された変調成分に基づいて故障判定を行う故障判定回路と、
を含むことを特徴とするレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 11】 前記変調器、前記局部発振信号変調器、又は前記帰還信号変調器における変調周波数は、前記送信信号を生成するために前記高周波信号を前記変調信号によって周波数変調する場合の変調周波数とは異なる周波数である、
ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載のレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 12】 前記変調器、前記局部発振信号変調器、又は前記帰還信号変調器における変調方式は、振幅変調方式である、
ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載のレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 13】 前記変調器、前記局部発振信号変調器、又は前記帰還信号変調器は、増幅器の利得を変化させることにより振幅変調を行う、
ことを特徴とする請求項 12 に記載のレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 14】 前記変調器、前記局部発振信号変調器、又は前記帰還信号変調器は、信号のスイッチングを行うことにより振幅変調を行う、
ことを特徴とする請求項 12 に記載のレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 15】 前記変調器、前記局部発振信号変調器、又は前記帰還信号変調器は、信号のスイッチングを行うことにより振幅変調を行う、
ことを特徴とする請求項 12 に記載のレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 15】 前記変調器、前記局部発振信号変調器、又は前記帰還信号変調器における変調方式は、周波数変調方式である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載のレーダ装置の故障判別装置。

【請求項 16】 前記変調器、前記局部発振信号変調器、又は前記帰還信号変調器における変調方式は、位相変調方式である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載のレーダ装置の故障判別装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波信号を変調信号により周波数変調（FM変調）して送信し、目標物体からの反射信号を受信し、送信信号の一部を分岐して得た信号を受信機の局部発振信号源として、受信された反射信号を周波数変換する FM-CWレーダ装置に関し、特に自動車に搭載することにより目標物体との相対速度及び距離を計算して衝突を防止するのに用いて好適な FM-CWレーダ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、自動車の保有台数の増加に伴い、自動車の衝突等による事故も年々増加する傾向にある。このため、自動車の衝突事故を減らすために、衝突を事前に知らせるための車間監視システムなどの安全装置を、自動車に安価に装着する必要がある。

【0003】従来、目標物体に対する相対速度と距離を計測できるレーダ方式として、FM-CWレーダ方式（周波数変調連続波レーダ方式）が使用されている。このレーダ方式は、簡単な信号処理回路により相対速度及び距離を計測でき、また送受信機を簡単に構成できることから、特に小型化・低価格化が要求される車載用衝突防止レーダとして用いられている。

【0004】図 16、図 17 に FM-CWレーダ方式の原理図を、図 18 に従来の FM-CWレーダ装置の構成図を示す。この FM-CWレーダ方式の原理は次の通りである。

【0005】図 15 に示すように、まず、発振器 2 が出力する発振信号が、変調信号発生器 1 からの数百 Hz の周波数を有する三角波によって FM 変調され、その結果得られる FM 変調波が送信アンテナ 5 から送信される。そして、目標物体からの反射信号が受信アンテナ 6 で受信され、それが例えばミキサである周波数変換器 7 に入力する。この周波数変換器 7 は、発振器 2 が出力する FM 変調波を局部発振信号（ローカル発振信号）として、上記受信信号を FM 検波する。このとき、目標物体からの反射波は、レーダと目標物体間の距離に応じて、また、相対速度によるドップラシフトに応じて、図 16 及び図 17 に示される如く、送信信号に対して、周波数ずれ（ビート）を起こす。このビート周波数成分 f_b は

（距離に依存する距離周波数 f_r ）±（速度に依存する速度周波数 f_d ）で表される。従って、この周波数のずれから、距離及び相対速度を計測することができる。

【0006】ここで、次式が成立することが、良く知られている。

【0007】

$$\text{【数 1】 } f_r = (\Delta \Omega T / c) R$$

$$f_d = (2 f_0 / c) v$$

数 1 式において、 $\Delta \Omega$ は変調幅、 T は変調波の周期、 c は光速、 R は障害物（目標物体）までの距離、 f_0 は送信中心周波数、 v は障害物（目標物体）との相対速度である。

【0008】いま、車載用レーダとしてこの方法が用いられる場合には、計測距離は高々 100m（メートル）、相対速度は 100km/h（キロメートル/時間）程度であるから、十分な距離計測精度を確保するためには、変調波の周期を 1×10^{-3} s（秒）程度、変調幅を 100MHz 程度と設定する必要がある。また十分な相対速度測定精度を確保するためには、送信周波数帯としてミリ波帯を使用する必要がある。例えば、変調波の周期を 1.33×10^{-3} s、変調幅を 75MHz、送信周波数を 60GHz とすると、距離分解能は 1m となり、速度分解能は 6.75km/h となる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の FM-CWレーダでは、レーダを構成する高周波回路の故障を検出する方法として、それぞれの高周波回路部品に印加される電圧あるいは電流値をモニタすることにより故障を検出する方法が考えられている。

【0010】しかし、この電圧・電流値をモニタして故障を検出する方法では、完全に故障（破壊）するような場合では検出可能な場合が多かったが、回路特性の劣化等による動作異常・性能低下等の検出は、電圧・電流値の変動が微小のため困難であるという問題点を有していた。

【0011】本発明の課題は、高周波回路の特性劣化に伴う動作異常や性能低下を検出可能な安価で FM-CWレーダ装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】図 1 は、本発明の第 1 の態様の構成例を示す原理ブロック図である。変調信号発生器 1 は、周波数変調（FM 変調）するための三角波信号を発生する。

【0013】電圧制御発振器 2 は、レーダで出力されるミリ波帯の周波数変調された信号を発生する。変調器 3 は、故障検出用の変調をかける。

【0014】方向性結合器 4 は、電圧制御発振器 2 からの信号を、送信アンテナ 5 へ向かう送信信号と周波数変換器 7 へ向かう局部発振信号とに分離する。送信アンテナ 5 は、電圧制御発振器 2 から出力された周波数変調さ

れた信号を空間に効率的に放出する。

【0015】受信アンテナ6は、目標物体から反射してきた信号を効率よく受信する。周波数変換器7は、方向性結合器4からの局部発振信号と受信アンテナ6によって受信された目標物体からの反射信号とを混合し、目標物体とレーダ装置との相対速度と距離情報を含む信号成分を発生する。

【0016】信号処理部8は、周波数変換器7から出力される信号成分から相対速度及び距離情報を取り出すとともに、表示部9の表示に必要なデータを出力する。表示部9は、信号処理部8から出力された表示データを表示する。

【0017】ろ波器10は、レーダ装置内の高周波回路系の動作確認をするための変調周波数のみが通過できる帯域を持っている。整流回路11は、変調信号を直流信号にしてそれを電圧比較回路12に出力する。

【0018】電圧比較回路12では、あらかじめ設定された基準レベルと、高周波回路系から検出された信号の検出レベルとを比較し、基準レベルより検出レベルが低下したときにアラーム信号をCPUに送る。

【0019】上述した本発明の第1の態様の構成で、変調器3が請求項1又は2に記載の変調器に対応し、ろ波器10、整流回路11、及び電圧比較回路12が請求項1又は2に記載の検出回路に対応し、信号処理部8が請求項1又は2に記載の故障判定回路に対応する。

【0020】上述した本発明の第1の態様の構成によって、レーダ装置の機能が完全に失われる前に、高周波回路の特性劣化に伴う動作異常や性能低下を検出することができる。

【0021】図2は、本発明の第2の態様の原理ブロック図である。図2に示される本発明の第2の態様の構成において、方向性結合器4と送信アンテナ5の間に送信信号出力停止回路13が設けられる。この送信信号出力停止回路13は、請求項3乃至5に記載の送信信号出力制限回路に対応する。

【0022】上述した本発明の第2の態様の構成によって、故障判断モードのときに送信信号出力を低下させることができ、レーダ外部からの影響を小さくすることができる。

【0023】図3は、本発明の第3の態様の原理ブロック図である。図3に示される本発明の第3の態様の構成において、受信アンテナ6と周波数変換器7との間に受信信号入力停止回路14が設けられる。この受信信号入力停止回路14は、請求項6乃至8に記載の受信信号入力制限回路に対応する。

【0024】上述した本発明の第3の態様の構成によって、故障判断モードのときに受信信号入力を低下させることができ、レーダ外部からの影響を小さくすることが

できる。

【0025】図4は、本発明の第4の態様の原理ブロック図である。図4に示される本発明の第4の態様に係るレーダ装置では、図1に示される本発明の第1の態様が方向性結合器4の手前に変調器3が設けられる構成を有するのに対して、方向性結合器4と周波数変換器7の間に局部発振信号変調器15が設けられる構成を有する。この局部発振信号変調器15は、請求項9に記載の局部発振信号変調器に対応する。そして、故障判断モードのときにこの局部発振信号変調器15によって局部発振信号が変調され、故障判別が行われる。

【0026】図5は、本発明の第5の態様の原理ブロック図である。この本発明の第5の態様では、局部発振信号とは別に、方向性結合器4によっても分岐された後の送信信号が方向性結合器16により更に分岐させられ方向性結合器17により受信された反射信号に合成させられる帰還経路が形成され、その帰還経路上に帰還信号変調器18が設けられる構成を有する。ここで、方向性結合器16及び17は、請求項10に記載の帰還ループ回路に対応し、帰還信号変調器18は、請求項10に記載の帰還信号変調器に対応する。

【0027】以上説明した本発明の第1～第5の態様の構成において、故障判断用の信号の変調周波数は、送信信号を生成するための周波数変調の変調周波数とは異なる周波数になるように設定することができる。

【0028】また、本発明の第1～第5の態様の構成において、故障判断用の信号の変調方式としては、振幅変調のほか、周波数変調、位相変調などを採用することができる。振幅変調は、例えば増幅器の利得を変化させることにより、又は信号のスイッチングを行うことにより、実現することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について詳細に説明する。

<第1の実施の形態>図6は、本発明の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【0030】図6に示すFM-CWレーダ装置は、送信系として、変調信号発生器1、電圧制御発振器2、変調器3、方向性結合器4、送信アンテナ5を備え、受信系として受信アンテナ6、周波数変換器7を備え、信号処理系として、信号処理部8（ろ波器19、A/Dコンバータ20、DSP21、及びCPU22から構成される）、表示部9、ろ波器10、整流回路11、及びコンパレータ23を備えて構成される。

【0031】ここで、変調信号発生器1は、FM変調するための三角波信号を発生する。電圧制御発振器2は、レーダで出力されるミリ波帯のFM変調された信号を発生する。変調回路3は、故障検出用の信号をつくり出す。方向性結合器4は、変調回路3からのミリ波信号を、送信アンテナ5のほかに周波数変換器7に、局部発

振信号として取り出す。送信アンテナ5は、方向性結合器4から出力された信号を効率的に空間に放出する。受信アンテナ6は、目標物体から反射してきた信号を効率よく受信する。周波数変換器7は、方向性結合器4からの局部発振信号と受信アンテナ6によって受信した信号とを混合し、目標物体とレーダ装置との相対速度及び距離情報を含む信号成分を発生させるとともに、故障検出信号を発生させる。信号処理部8は、周波数変換器7からの相対速度及び距離情報を含む信号成分から、相対速度および距離情報を取り出すとともに、表示部9の表示に必要なデータを出力する。この信号処理部8において、ろ波器19はビート周波数成分のみ(図16、図17参照)を抽出する。A/Dコンバータ20は、ろ波器19のアナログ出力信号をデジタル信号に変換する。DSP21は、A/Dコンバータ20から出力されるデジタル信号に対してFFT(高速フーリエ変換)分析を実行することにより、ビート周波数成分を抽出し、前述した数1式に基づいて距離及び相対速度を計算する。CPU22は、コンパレータ23の出力をモニターすることにより、故障検出処理を実行し、また、表示部9へのデータの表示処理を実行する。次に、表示部9は、信号処理部8から出力された表示データを表示する。ろ波器10は、周波数変換器7から出力される信号成分のうち故障検出に必要な信号成分を通過させる。整流回路11は、ろ波器10からの交流信号を直流信号に変換する。コンパレータ23は、整流回路11から出力される故障検出信号とあらかじめ設定されていた基準信号とを

$$\begin{aligned} & \{A(1+B) \sin [\omega_r t + \int s(t) dt]\}^2 \\ &= A^2 (1+B)^2 \sin^2 [\omega_r t + \int s(t) dt] \\ &= A^2 \sin^2 [\omega_r t + \int s(t) dt] \\ & \quad + A^2 B^2 \sin^2 [\omega_r t + \int s(t) dt] \\ & \quad + 2A^2 B \sin^2 [\omega_r t + \int s(t) dt] \end{aligned}$$

ここで、ろ波器10により周波数成分B近傍の信号のみが通過することになるので、ろ波器10からは、結局次式に表す成分Sdetのみが信号として取り出される。

【0038】

【数5】

$S_{det} = 2A^2 B \sin^2 [\omega_r t + \int s(t) dt]$
この信号Sdetを整流回路11にて直流信号に変換し、コンパレータ23等で基準電圧と比較することによって、故障の有無を検出することが可能である。ここで、基準電圧はレーダ装置が正常動作しているときに発生する直流信号の値に温度変動、経年変化を見込んだ値に設定しておく。具体的には、CPU22は、コンパレータ23が整流回路11から出力される直流信号の電圧が基準電圧よりも低くなったことを検出した場合に、レーダ装置が故障したと判定する。いま、周波数変換器7において変換損失が増加すると、周波数変換器7から出力される信号の絶対レベルが全体的に低下するため、整流回路11から出力される直流信号の電圧が低下する。ま

比較する。

【0032】このような構成により、このFM-CWレーダ装置は次のように動作する。まず、FM変調をかけるために、変調信号発生器1より発生された三角波が電圧制御発振器2に入力される。発生された信号波の出力波形は、次式によって表される。

【0033】

【数2】 $A \sin [\omega_r t + \int s(t) dt]$

ここで、Aは振幅、 $\omega_r = 2\pi f_0$ 、また、積分項 $\int s(t) dt$ は三角変調分である。

【0034】そして、この信号が変調器3によってさらに変調される。いま変調方法をAM変調とすると、変調器3の出力波形は次式で表される。

【0035】

【数3】

$A(1+B) \sin [\omega_r t + \int s(t) dt]$

ここで、(1+B)はAM変調成分であって、その変調周波数は、例えば500KHz(キロヘルツ)~1MHz(メガヘルツ)程度である。

【0036】この信号が、方向性結合器4から、局部発振信号として、周波数変換器7へ入力される。いま、単純化するために、目標物体からの反射波が存在しないとすると、数3式で表される信号が周波数変換器7にて自乗検波されるとすると、周波数変換器7の出力波形は次式で表される。

【0037】

【数4】

た、変調信号発生器1の出力電力が低下すると、方向性結合器4から周波数変換器7に入力される信号の入力レベルが低下するため、やはり整流回路11から出力される直流信号の電圧が低下する。従って、整流回路11から出力される直流信号の電圧の低下は、レーダ装置内の送信側又は受信側のいずれかの高周波回路の信号感度が劣化したことを示している。そして、このことは、検出される車間距離の限界が短くなることを示している。検出される車間距離の限界が短くなるということは、例えば、いままで車間距離が100mまで短くなったときに警告を発することができていた状態が、車間距離が60mまで短くならないと警告を発することができない状態になってしまうことを示している。

【0039】図7は、DSP21が実行する処理の動作フローチャートである。まず、DSP21は、A/Dコンバータ20から出力されるデジタル信号に対してFFT(高速フーリエ変換)分析を実行する(図7の30)。次に、DSP21は、FFT周波数出力におい

て、ピーク周波数を同定する(図7の31)。次に、DSP21は、そのピーク周波数のレベルに対してしきい値計算を実行することにより(図7の32)、有効なピークのみが残るようにピーク数を制限する(図7の33)。続いて、DSP21は、有効なピーク数を推定する(図7の34)。更に、DSP21は、抽出されたピーク成分のうちからノイズ成分を除去する(図7の35)。最後に、DSP21は、残ったピークから2つのビート周波数成分 $f_b = (\text{距離に依存する距離周波数 } f_r) \pm (\text{速度に依存する速度周波数 } f_d)$ を抽出することにより距離周波数 f_r と速度周波数 f_d を算出し、前述の数1式に基づいて、距離 R と相対速度 v を算出する(図7の36)。

【0040】図8は、CPU22が実行する処理の動作フローチャートである。まず、CPU22は、現在のモードを故障検出モードに設定する(図8の40)。現在のモードが故障検出モードに設定されるタイミングは、例えば、自動車のエンジンが始動された時点、又はレーダ装置の電源がオンされた時点等である。次に、CPU22は、コンパレータ23の出力電圧をモニターする(図8の41)。次に、CPU22は、コンパレータ23の出力電圧が基準電圧よりも低下したか否かを判定することにより、故障が発生したか否かを判定する(図8の42)。CPU22は、故障が発生したと判定した場合には、表示部9に故障を表示する(図8の43)。一方、CPU22は、故障が発生していないと判定した場合には、現在のモードをレーダ計測モードに移行させ(図8の44)、DSP21に距離と相対速度を測定させ(図8の45)、その結果DSP21によって算出された距離と相対速度を、表示部9に表示する(図8の46)。

【0041】以上説明した本発明の第1の実施の形態により、FM-CWレーダ装置の機能が完全に失われる前に、高周波回路の特性劣化に伴う動作異常や性能低下を検出することができる。

＜第2の実施の形態＞図9は本発明の第2の実施の形態を示すブロック図である。図9に示すFM-CWレーダ装置は、送信系として、変調信号発生器1、電圧制御発振器2、変調器3、方向性結合器4、送信信号出力停止器13、送信アンテナ5を備え、受信系として受信アンテナ6、周波数変換器7を備え、信号処理系として、信号処理部8(ろ波器19、A/Dコンバータ20、DSP21、CPU22から構成される)、表示部9、ろ波器10、整流回路11、コンパレータ23を備えて構成される。

【0042】第2実施の形態では、方向性結合器4と送信アンテナ5の間に、送信信号を出力させないようにするための送信信号出力停止器13が設けられる。この構成により、目標物体がレーダ装置の極近にあっても、目標物体からの反射波による信号の混入が防止される。

【0043】この構成からわかるように、第2実施の形態では、送信系に送信信号出力停止器13が挿入されており、このようにしても前述の第1実施の形態と全く同様の原理により、故障信号の検出等、前述の第1実施の形態と全く同様の効果が得られる。

＜第3の実施の形態＞図10は、本発明の第3の実施の形態を示すブロック図である。図10に示すFM-CWレーダ装置は、送信系として、変調信号発生器1、電圧制御発振器2、変調器3、方向性結合器4、送信アンテナ5を備え、受信系として受信アンテナ6、受信信号入力停止回路14、周波数変換器7を備え、信号処理系として、信号処理部8(ろ波器19、A/Dコンバータ20、DSP21、CPU22から構成される)、表示部9、ろ波器10、整流回路11、コンパレータ23を備えて構成される。

【0044】第3実施の形態では、受信アンテナ6と周波数変換器7の間に、受信信号の出力させないようにするための受信信号入力停止回路14が設けられる。この構成により、目標物体がレーダ装置の極近にあっても、目標物体からの反射波による信号の混入が防止される。

【0045】この構成からわかるように、第3実施の形態は、受信系に受信信号入力停止回路14が挿入されており、このようにしても前述の第1実施の形態と全く同様の原理により、故障信号の検出等、前述の第1実施の形態と全く同様の効果が得られる。

＜第4の実施の形態＞図11は、本発明の第4の実施の形態を示すブロック図である。図11に示すFM-CWレーダ装置は、送信系として、変調信号発生器1、電圧制御発振器2、変調器3、方向性結合器4、送信アンテナ5を備え、受信系として受信アンテナ6、周波数変換器7、ローカル信号変調器15を備え、信号処理系として、信号処理部8(ろ波器19、A/Dコンバータ20、DSP21、CPU22から構成される)、表示部9、ろ波器10、整流回路11、コンパレータ23を備えて構成される。

【0046】第4の実施の形態では、送信系の方向性結合器4と受信系の周波数変換器7の間に、ローカル信号変調器15が設けられる。この構成により、ローカル信号のみに、故障判定変調信号を用いて変調がかけられる。

【0047】この構成からわかるように、第4実施の形態では、ローカル系にローカル信号変調器15が挿入されており、このようにしても前述の第1の実施の形態と全く同様の原理により、故障信号の検出等、前述の第1実施の形態と全く同様の効果が得られる。

＜第5の実施の形態＞図12は、本発明の第5の実施の形態を示すブロック図である。図12に示すFM-CWレーダ装置は、送信系として、変調信号発生器1、電圧制御発振器2、変調器3、方向性結合器4、方向性結合器16、送信アンテナ5を備え、受信系として受信アン

テナ 6、方向性結合器 17、周波数変換器 7 を備え、信号処理系として、信号処理部 8（ろ波器 19、A/D コンバータ 20、DSP 21、CPU 22 から構成される）、表示部 9、ろ波器 10、整流回路 11、コンパレータ 23 を備え、更に故障検出系として変調器 18 をもって構成される。

【0048】第 5 実施の形態では、方向性結合器 4 及び送信アンテナ 5 の間に設けられた方向性結合器 16 と、受信アンテナ 6 及び周波数変換器 7 の間に設けられた方向性結合器 17 とによって故障検出用の帰還ループを構成し、この帰還ループ上に変調器 18 を設けて、故障検出信号によって変調をかけられるように構成されている。

【0049】この構成からもわかるように、この第 5 実施の形態では、送受信系の間に方向性結合器 16、変調器 18、方向性結合器 17 からなる故障検出用の帰還ループが構成されており、このようにしても前述の第 1 の実施の形態と全く同様の原理によって、故障信号の検出等、前述の第 1 実施の形態と全く同様の効果が得られる。

＜第 6 の実施の形態＞図 13 は、本出願人が以前に出願した FM-CW レーダ装置（特開平 5-040169 号特許出願）に本発明を適用した実施の形態である。図 13 に示す FM-CW レーダ装置は、送信系として、変調信号発生器 1、電圧制御発振器 2、送信信号増幅器 24、方向性結合器 4、方向性結合器 16、送信アンテナ 5 を備え、受信系として受信アンテナ 6、方向性結合器 17、受信信号増幅器 25、周波数変換器 7、ろ波器 28、第 2 の周波数変換器 27、スイッチング信号源 26 を備え、信号処理系として、信号処理部 8（ろ波器 19、A/D コンバータ 20、DSP 21、CPU 22 から構成される）、表示部 9、ろ波器 10、整流回路 11、コンパレータ 23 を備え、更に故障検出系として変調器 18 をもって構成される。

【0050】第 6 実施の形態では、電圧制御発振器 2 及び方向性結合器 4 の間に設けられた送信信号増幅器 24 と、方向性結合器 17 及び周波数変換器 7 の間に設けられた受信信号増幅器 25 と、周波数変換器 7 及び信号処理部 8 の間に設けられたろ波器 28 及び第 2 の周波数変換器 27 と、スイッチング信号源 26 とを設けることによって、ヘテロダイン型 FM-CW レーダ装置を構成している。即ち、第 6 の実施の形態では、ろ波器 28 がビート周波数に対応する周波数帯域成分のみが通過させられた後に、第 2 の周波数変換器 27 によって中間周波数成分に変換されたものが信号処理部 8 に入力される。このため、雑音により強い構成を実現することができる。

【0051】この構成からもわかるように、この第 6 実施の形態では、FM-CW レーダ装置が、電圧制御発振器 2 及び方向性結合器 4 の間に設けられた送信信号増幅器 24 と、方向性結合器 17 及び周波数変換器 7 の間に

設けられた受信信号増幅器 25 と、周波数変換器 7 及び信号処理部 8 の間に設けられたろ波器 28 及び第 2 の周波数変換器 27 と、スイッチング信号源 26 とが設けられることによりヘテロダイン型に構成されており、このようにしても前述の第 5 の実施の形態と全く同様の原理により、故障信号の検出等、前述の第 1 実施の形態と全く同様の効果が得られる。

＜第 7 の実施の形態＞図 14 は、以前出願した FM-CW レーダ装置（特開平 5-040169 号特許出願）に本発明を適用した別の実施の形態である。図 14 に示す FM-CW レーダ装置は、送信系として、変調信号発生器 1、電圧制御発振器 2、変調器 3、送信信号増幅器 24、方向性結合器 4、方向性結合器 16、送信アンテナ 5 を備え、受信系として受信アンテナ 6、方向性結合器 17、受信信号増幅器 25、周波数変換器 7、ろ波器 28、第 2 の周波数変換器 27、スイッチング信号源 26 を備え、信号処理系として、信号処理部 8（ろ波器 19、A/D コンバータ 20、DSP 21、CPU 22 から構成される）、表示部 9、ろ波器 10、整流回路 11、コンパレータ 23 を備え、更に故障検出系としてスイッチ 29 をもって構成される。

【0052】第 7 実施の形態では、変調器 3 及び方向性結合器 4 の間に設けられた送信信号増幅器 24 と、方向性結合器 17 及び周波数変換器 7 の間に設けられた受信信号増幅器 25 と、周波数変換器 7 及び信号処理部 8 の間に設けられたろ波器 28 及び第 2 の周波数変換器 27 と、スイッチング信号源 26 とを設けることによって、ヘテロダイン型 FM-CW レーダ装置を構成している。

【0053】この構成からもわかるように、この第 7 実施の形態では、FM-CW レーダ装置が、変調器 3 及び方向性結合器 4 の間に設けられた送信信号増幅器 24 と、方向性結合器 17 及び周波数変換器 7 の間に設けられた受信信号増幅器 25 と、周波数変換器 7 及び信号処理部 8 の間に設けられたろ波器 28 及び第 2 の周波数変換器 27 と、スイッチング信号源 26 とが設けられることによりヘテロダイン型に構成されており、このようにしても前述の第 6 実施の形態と全く同様の原理によって、故障信号の検出等、前述の第 1 の実施の形態と全く同様の効果が得られる。

＜その他の実施の形態＞なお、上述の各実施の形態において、故障検出のための変調周波数として、レーダ装置の測距・相対速度測定に用いられる変調周波数とは異なった周波数が選ばれることにより、故障検出周波数の取り出しがより容易になる。

【0054】また、変調方式としては、増幅器の利得を制御して AM 変調をかける他に、故障検出用周波数でスイッチングするスイッチング回路を用いることもできる。このスイッチング回路は、振幅を 0 あるいは 1 に変調するので、AM 変調器の特殊なものと考えることができる。スイッチング回路が用いられる場合は、例えば、

PINダイオードを用いてスイッチング回路を実現したり、GaAs MESFETあるいはHEMTなどの三端子素子のドレイン電流（ドレイン電圧）をスイッチングすることによりスイッチング回路を実現したりすることが行われる。

【0055】また、第5実施の形態については、変調器18として、周波数変調器や位相変調器を用いることもできる。また、送信信号の出力を停止しあるいは受信信号の入力を停止させるために、増幅器の利得を制御してその信号阻止を行ったり、スイッチング回路を用いたりしてもよい。

【0056】また、故障検出を行うタイミングと距離・相対速度を検出するタイミングとを分離する構成がとられる場合には、ろ波器10、整流回路11、及びコンパレータ23に相当する機能を、ろ波器19、A/Dコンバータ20、及びDSP21が代行してもよい。

【0057】更に、上述の各実施の形態において、コンパレータ23における基準電圧は、温度によって変動する可能性があるため、温度情報を考慮するように構成されてもよい。図15は、そのような構成が採用された場合における、温度変化に対するCPU22の判別フローを示す図である。この図において、まず、CPU22は、所定のセンサーが検出する温度を読み取る（図15の50）。次に、CPU22は、所定のROMテーブルから上記検出された温度に対応するしきい値を読み出し（図15の51）、それをコンパレータ23の基準電圧として設定する（図15の52）。そして、CPU22は、センサーの異常を監視して（図15の53）、異常が発生したと判別した場合に、異常処理を実行する（図15の54→55）。

【0058】なお、サーミスタによって、コンパレータ23における基準電圧に直接温度依存性を持たせるように構成されてもよい。

【0059】

【発明の効果】本発明によれば、レーダ装置の機能が完全に失われる前に、高周波回路の特性劣化に伴う動作異常や性能低下を検出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の原理ブロック図である。

【図2】第2の発明の原理ブロック図である。

【図3】第3の発明の原理ブロック図である。

【図4】第4の発明の原理ブロック図である。

【図5】第5の発明の原理ブロック図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図7】DSP21の処理を示す動作フローチャートである。

【図8】CPU22の処理を示す動作フローチャートである。

【図9】本発明の第2の実施の形態を示すブロック図で

ある。

【図10】本発明の第3の実施の形態を示すブロック図である。

【図11】本発明の第4の実施の形態を示すブロック図である。

【図12】本発明の第5の実施の形態を示すブロック図である。

【図13】本発明の第6の実施の形態を示すブロック図である。

【図14】本発明の第7の実施の形態を示すブロック図である。

【図15】温度変化に対するCPU22の判別フローを示す図である。

【図16】従来のFM-CWレーダ装置の原理を説明する図である。

【図17】従来のFM-CWレーダ装置の原理を説明する図である。

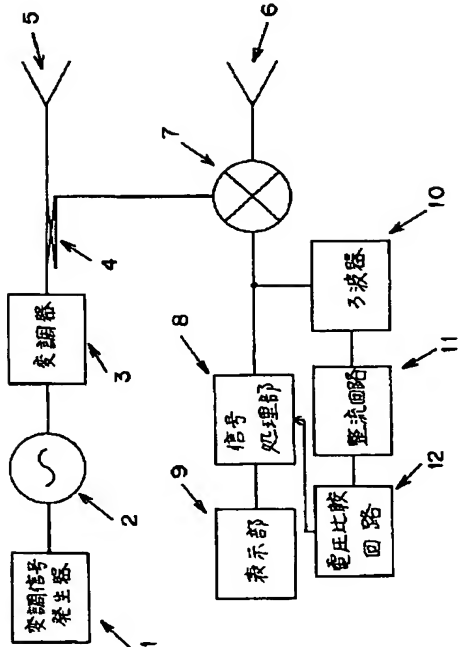
【図18】従来のFM-CWレーダ装置の回路構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 変調信号発生器
- 2 電圧制御発振器
- 3 変調器
- 4 方向性結合器
- 5 送信アンテナ
- 6 受信アンテナ
- 7 周波数変換器
- 8 信号処理部
- 9 表示部
- 10 帯域通過ろ波器
- 11 整流回路
- 12 電圧比較回路
- 13 送信信号出力停止回路
- 14 受信信号入力停止回路
- 15 ローカル信号変調器
- 16 方向性結合器
- 17 方向性結合器
- 18 変調器
- 19 ろ波器
- 20 A/Dコンバータ
- 21 DSP
- 22 CPU
- 23 コンパレータ
- 24 送信信号増幅器
- 25 受信信号増幅器
- 26 スwitching信号源
- 27 第2の周波数変換器
- 28 ろ波器
- 29 スイッチ

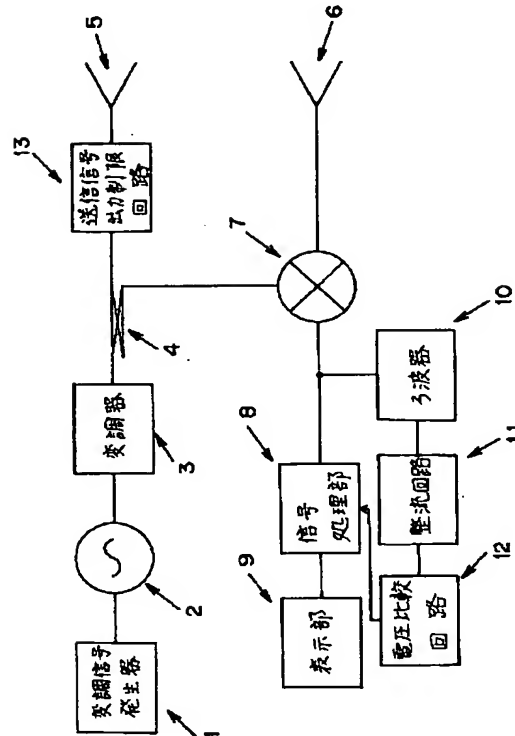
【図1】

本発明の第1の態様の原理ブロック図



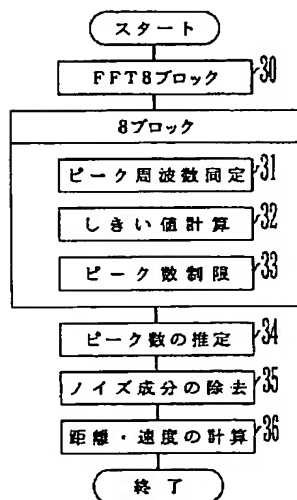
【図2】

本発明の第2の態様の原理ブロック図



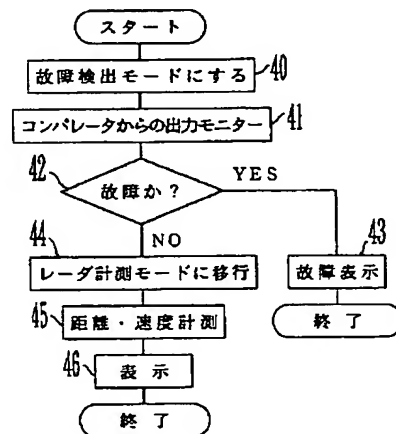
【図7】

DSP21の処理を示す動作フローチャート



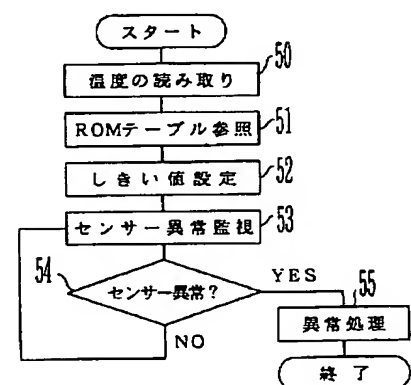
【図8】

CPU22の処理を示す動作フローチャート



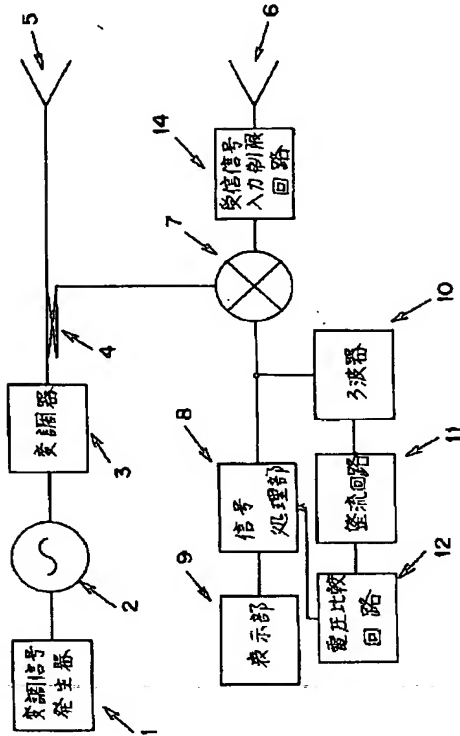
【図15】

温度変化に対するCPU22の判定フローを示す図



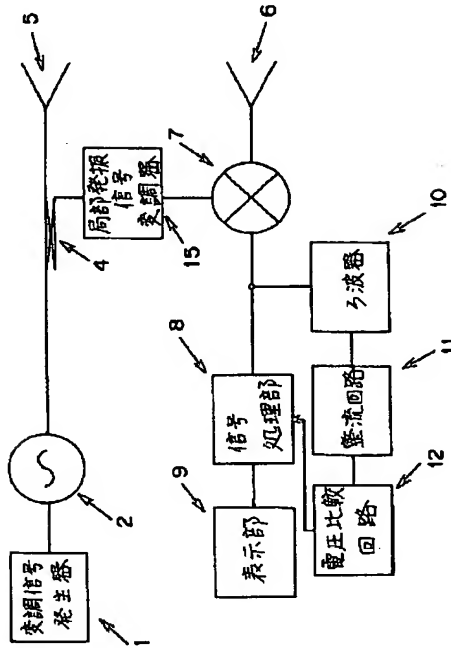
【図3】

本発明の第3の態様の原理ブロック図



【図4】

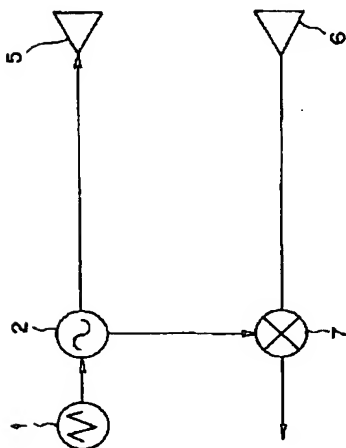
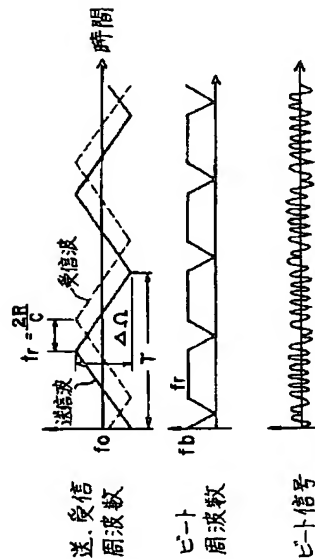
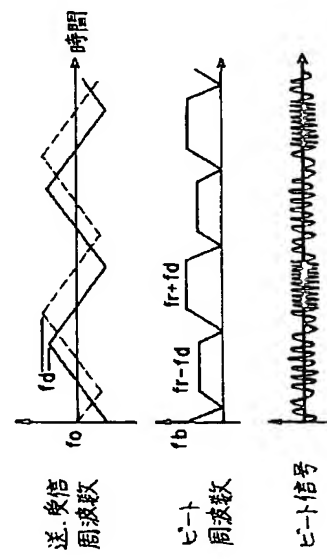
本発明の第4の態様の原理ブロック図



【図16】

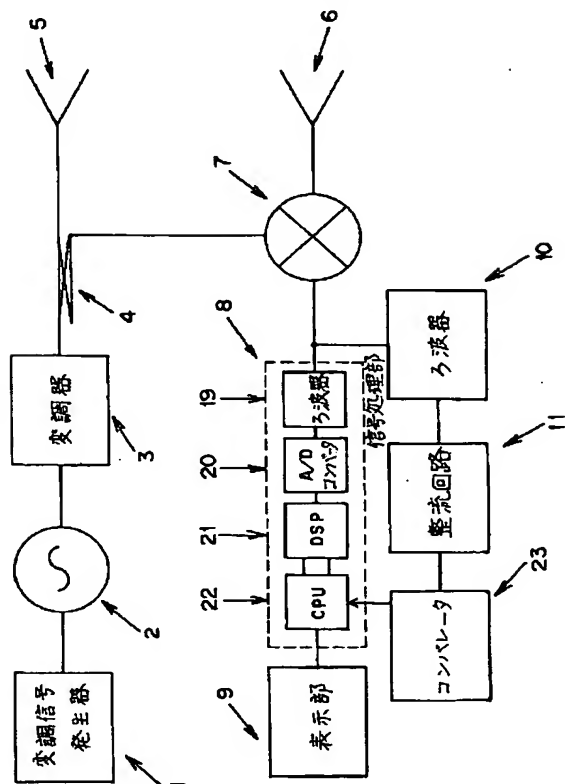
【図17】

【図18】

従来のFM-CWレーダ装置の
回路構成を示す図従来のFM-CWレーダ装置の
原理を説明する図従来のFM-CWレーダ装置の
原理を説明する図

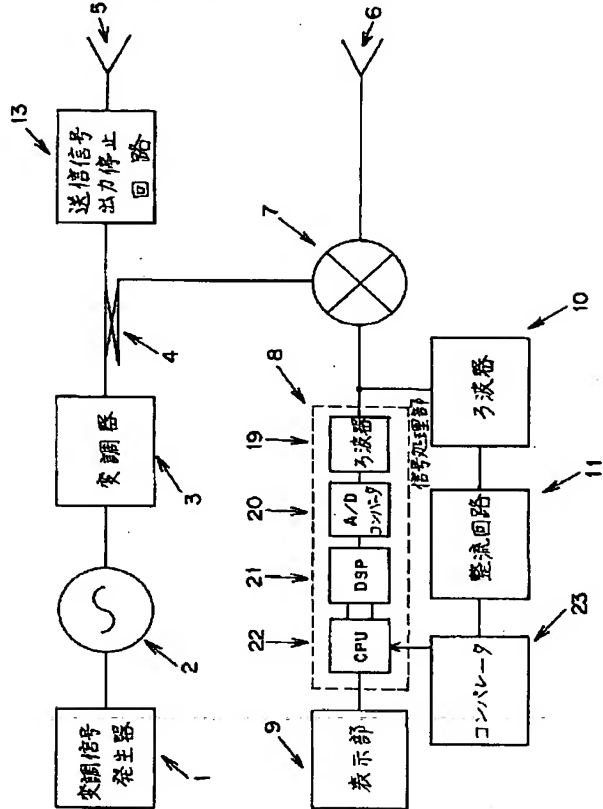
【圖6】

本発明の第1実施の形態を示すブロック図



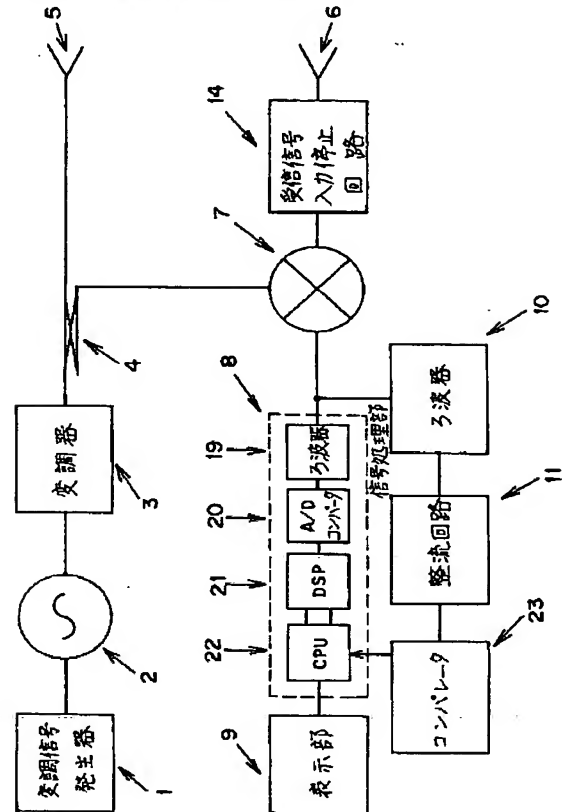
【図9】

本発明の第2実施の形態を示すブロック図



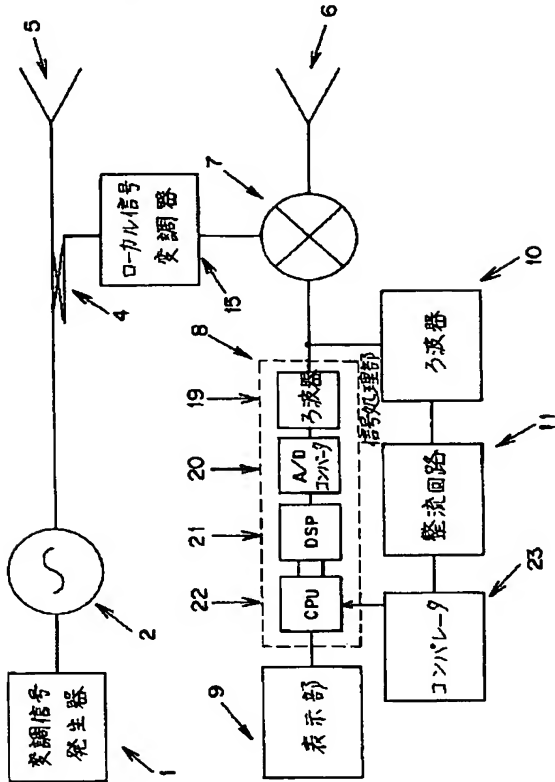
【図10】

本発明の第3実施の形態を示すブロック図



【図 11】

本発明の第4実施の形態を示すブロック図



【図 12】

本発明の第5実施の形態を示すブロック図

